

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11)特許出願公告番号

特公平8-2511

(20) (44)公告日 平成8年(1996)1月17日

(51)Int.Cl. B 29 K 28/06	機別記号 C A G	序内整理番号 P I	技術表示箇所
-----------------------------	---------------------	---------------	--------

請求項の数2(全8頁)

(21)出願番号 特願平1-114706	(71)出願人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22)出願日 平成1年(1989)5月8日	(72)発明者 船見 浩司 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(65)公開番号 特開平2-296892	(72)発明者 檜杉 雄二 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(43)公開日 平成2年(1990)12月6日	(72)発明者 西川 幸男 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内

審査官 鈴木 由紀夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 レーザ加工装置

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】レーザ発振器と、このレーザ発振器から出したレーザ・ビームの断面強度を均一にすべく、中央部ではレーザ・ビームを拡げ、かつ周辺部ではレーザ・ビームを拡げない形状とした非球面を有する第1の非球面レンズと、前記第1の非球面レンズにより断面強度を均一化されたレーザ・ビームを平行ビームに戻す形状とした非球面を有する第2の非球面レンズと、前記第2の非球面レンズを通してしたレーザ・ビームの光路内に平面上に1列もしくは複数列に集光レンズを配置して構成した集光光学装置とを備えたレーザ加工装置。

【請求項2】レーザ発振器と、このレーザ発振器から出したレーザ・ビームの光路内に平面上に1列もしくは複数列に配置された複数の集光レンズからなり、かつ前記複数の集光レンズにおいて、各々の集光レンズに入射する

2

レーザ・ビームのエネルギー量を等しくすべく、中央部に位置するものより周辺部に位置するものがレンズ径が大きくなるよう構成したことを特徴とするレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

産業上の利用分野

本発明はレーザ加工装置に関するものである。

従来の技術

以下図面を参照しながら、上述した従来のレーザ加工装置の一例について説明する。

第10図は従来のレーザ加工装置のうち、X-Yテーブル型の構成図である。第10図において、1はレーザ発振器、2はレーザ・ビーム、7は反射ミラー、11は集光レンズ、9は被加工物、10はX-Yテーブルである。レーザ発振器1から出たレーザ・ビーム2は、反射ミラー

7により90°偏向され、集光レンズ11bにより被加工物9上に照射される。さらに、被加工物9は、X-Yテーブル10にて移動され、所定の加工が施される。

一方、第11図は、従来のレーザ加工装置のうちガルバノ・メータ型ビーム走査装置の構成図である。第11図において、15はカルバノ・メータ、16はガルバノ・ミラー、17はfθレンズである。レーザ発振器1から出たレーザ・ビーム2はカルバノ・メータ15によって動かされる2枚のガルバノ・ミラー16により平面上を走査されながら、fθレンズ17により被加工物9上に照射され、所定の加工が施される。

しかしながら、上記のような加工跡を1本のレーザ・ビーム2で形成する方法では、同一形状の加工を繰り返し被加工物9に施す場合には、加工に時間がかかり十分な生産能力が得られない。そのため、第12図に示す様な多点同時加工できるレーザ加工装置がよく用いられている。

第12図において3bと4bはレーザ・ビーム2aのビーム径を拡大させるための凸レンズ、5と6はレーザ・ビーム2dの断面形状を変形させるための凸型円筒レンズ、8は集光光学装置、11は平凸レンズである。

以上のように構成されたレーザ加工装置において、その機能を説明する。

レーザ発振器1から出たレーザ・ビーム2aは凸レンズ3bを通過した後、一旦集光して再び拡がり、凸レンズ3bよりも焦点距離の長い凸レンズ4bによって、レーザ・ビーム2aよりもビーム径が大きく平行なレーザ・ビーム2dとなる。レーザ・ビーム2dは凸型円筒レンズ5によって水平方向が一旦集光して再び拡がり、凸型円筒レンズ5よりも焦点距離の長い凸型円筒レンズ6によって、レーザ・ビーム2dよりも水平方向が拡大された平行なレーザ・ビーム2eとなる。レーザ・ビーム2eは、反射ミラー7によって集光光学装置8に入射し、集光光学装置8内の各々の平凸レンズ11によりレーザ・ビーム2eが集光され、多点スポットとして被加工物9に照射される。さらに、被加工物9は、X-Yテーブル10によって移動され、所定の加工が施される。

発明が解決しようとする課題

一般に、固体レーザ(Nd-YAGレーザ等)や気体レーザ(CO₂レーザ等)から発振されるレーザ・ビームの断面強度分布は、一様ではなく、第13図(a)に示すようなガウス分布をしている。また、例えば第12図で示したレーザ加工装置のように、発振器1から出たレーザ・ビーム2aのビーム径を抜けたり、ビームの断面形状を変形させても、レーザ・ビーム2eの断面強度分布は、組変わらずガウス分布をしている。つまり、第13図(a)に示すように、レーザ・ビーム2eの中心で強度が最も強く、周辺に遠ざかるに従って指數関数的に減少していく。

また、このようなガウス分布をしているレーザ・ビーム2eを、平凸レンズ11で構成されている集光光学装置8

で集光し、多点スポットとして被加工物9に照射した時、各加工点12でのレーザ・エネルギー密度(単位面積当たりのレーザ・ビーム強度)も、ガウス分布となり、加工領域の中央部で強く、周辺部で弱くなる。

第13図(b)は、レーザ・ビーム強度に対する加工条件幅と加工可能領域との関係を表しており、図中の斜線部分は、有効に加工に使われるレーザ・ビーム2eのエネルギー量を表している。逆に、図中の斜線以外の部分は、有効に使われないエネルギー量を表している。

つまり、レーザ・ビーム2eの断面強度分布が一様ではなくガウス分布をしているため、加工可能領域はレーザ・ビーム強度の加工条件幅により制限を受け、レーザ・ビーム2eの全エネルギーを有効に加工に利用することができないという課題を有していた。

例えば、連続発振YAGレーザをQスイッチでパルス化して、Al膜1000Åの蒸着フィルムに照射し、フィルムに損傷を与えることなく、フィルム上のAl膜だけを除去するという加工を考える。第12図で示したようなレーザ加工装置を用いて上記の加工を行った場合、レーザ・エネルギー密度が $2 \times 10^3 \text{ J/cm}^2$ 以上になるとフィルムに損傷があり、 $1.6 \times 10^3 \text{ J/cm}^2$ 以下では、蒸着フィルム上のAl膜が除去されなかった。つまり、レーザ・エネルギー密度の加工条件幅が $1.6 \times 10^3 \sim 2 \times 10^3 \text{ J/cm}^2$ と非常に狭いため、加工可能領域も小さくなり、また、レーザ・ビームの全エネルギーに対して、約3割程度しか有効に利用していないことが判明した。

そこで本発明はこの課題を解決するため、集光光学装置8内の各集光レンズ11に入射するレーザのエネルギー量を等しくし、さらに各加工点12でのレーザ・エネルギー密度を等しくするレーザ加工装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

上記課題を解決するための本発明の1の発明は、レーザ発振器と、このレーザ発振器から出たレーザ・ビームの断面強度を均一にすべく、中央部ではレーザ・ビームを抜け、かつ周辺部ではレーザ・ビームを抜けない形状とした非球面を有する第1の非球面レンズと、前記第1の非球面レンズにより断面強度を均一化されたレーザ・ビームを平行ビームに戻す形状とした非球面を有する第2の非球面レンズと、前記第2の非球面レンズを通過したレーザ・ビームの光路内に平面上に1列もしくは複数列に集光レンズを配置して構成した集光光学装置とを備えたレーザ加工装置である。

本発明の第2の発明は、レーザ発振器と、このレーザ発振器から出たレーザ・ビームの光路内に平面上に1列もしくは複数列に配置された複数の集光レンズからなり、かつ前記複数の集光レンズにおいて、各々の集光レンズに入射するレーザ・ビームのエネルギー量を等しくすべく、中央部に位置するものより周辺部に位置するものがレンズ径が大きくなるよう構成したことを特徴とするレーザ加工装置である。

作用

本発明の第1の発明によれば、非球面レンズを用いることにより、ガウス分布をしているレーザ・ビームの断面強度分布が均一分布となり、その均一化されたレーザ・ビームはいくつかの集光レンズで構成される集光光学装置に照射される。各々の集光レンズに入射するレーザ・ビームの強度は均一であるため、集光レンズで集光された各加工点でのレーザ・エネルギー密度も等しくなる。そのため、加工領域の中央部でも周辺部でも均一に加工することができる。さらに、レーザ・ビームのエネルギーの大部分を有効に加工に利用できるようになるため、加工可能領域を拡げることができる。

また、本発明の第2の発明によれば、集光光学装置内の集光レンズの形状（レンズ径）を中央部に位置するものより周辺部に位置するものがレンズ径が大きくなるよう構成することにより、各々の集光レンズに入射するレーザ・ビームのエネルギー密度を等しくすることができます。

実施例

本発明の実施例について以下図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の第1の発明の一実施例におけるレーザ加工装置の構成図である。同図において、1はレーザ発振器、2aはレーザ発振器1から出たレーザ・ビーム、3と4はレーザ・ビーム2aの断面強度分布を均一分布にするための非球面レンズ、5と6はレーザ・ビーム2bの断面形状を変化させるための凸型円筒レンズ、7は全反射ミラー、8は集光光学装置、9は被加工物、10はX-Yテーブル、11は代表的な集光レンズである平凸レンズである。

以上のように構成されたレーザ加工装置について、その機能を説明する。レーザ発振器1から出たレーザ・ビーム2aは、非球面レンズ3,4によりレーザ・ビーム2aの平行性を保ちつつ、かつ、その断面強度がガウス分布から均一分布へ変換される。均一化されたレーザ・ビーム2bは、凸型円筒レンズ5によって水平方向が一旦集光して並び、凸型円筒レンズ6によってレーザ・ビーム2bよりも水平方向が拡大された平行なレーザ・ビーム2cとなる。レーザ・ビーム2cは、反射ミラー7によって集光光学装置8に入射し、集光光学装置8内の各々の平凸レンズ11によりレーザ・ビーム2cが集光され、多点スポットとして被加工物9に照射される。さらに、被加工物9は、X-Yテーブル10によって移動され、所定の加工が施される。

次に、レーザ・ビーム2aの断面強度分布をガウス分布から均一分布へ変換する非球面レンズ3,4の機能について定性的に説明する。第2図は、第1図のレーザ加工装置における非球面レンズ3,4光学系の拡大図であり、ビームの強度分布を光線密度で表わしている。非球面レンズ3の非球面部において、ビーム強度の強い中央部ではビームを抜け、逆にビーム強度の弱い周辺部ではビーム

を抜けないようにして、ビーム強度を均一にする。一方、非球面レンズ4の非球面部において、抜けられた各ビームを元の平行ビームに戻す。第3図（a）は、ガウス分布をしているレーザ・ビーム2aの断面A-Aのビーム強度、第3図（b）は、均一化されたレーザ・ビーム2bの断面B-Bのビーム強度を表している。さらに、この均一化されたレーザ・ビーム2bを、集光光学装置8内の平凸レンズ11で集光し、多点スポットとして被加工物9に照射すると、その加工点12でのエネルギー密度はすべて等しくなる。

また、第4図は、レーザ・ビーム強度に対する加工条件幅と加工可能領域との関係を表わしており、（a）は従来のレーザ加工装置の場合であり、（b）は本実施例におけるレーザ加工装置の場合である。図中の斜線部分は有効に加工に利用できるレーザ・ビームのエネルギー量を表わしている。

以上のように本実施例によれば、非球面レンズ3,4を用いてレーザ・ビーム2aの断面強度分布を均一分布にし、平凸レンズ11で集光し、多点スポットとして被加工物9上に照射することにより、各加工点12でのレーザ・エネルギー密度が等しくなり、中央部でも周辺部でも均一に加工することができる。さらに、レーザ・ビームのエネルギーの大部分を有効に加工に利用できるようになり、加工可能領域を拡げることができる。

第5図は本発明の第1の発明と同様の効果を狙ったレーザ加工装置（参考例）の構成図である。同図において、第1図と同一物には同一番号を付し説明を省略する。同図において、第1図と異なる点は、非球面レンズ3,4の代わりに、非球面ミラー3a,4aを用いている点である。

このレーザ加工装置の機能は、第1の実施例の場合とほぼ同じであり、異なっている点は、ガウス分布をしているレーザ・ビーム2aの断面強度分布を均一分布に変換する手段が、非球面レンズ3,4から非球面ミラーに代わっている点だけである。

従って、この参考例においても、前述の実施例と同様の効果が得られる。

第6図は本発明の第2の発明の一実施例におけるレーザ加工装置の構成図である。同図において、第1図と同一物には同一番号を付し説明を省略する。同図において、第1図の構成と異なる点は2つあり、その一つは、非球面レンズ3,4を使用せず、球面の凸レンズ3b,4bを使用している点である。そのため、レーザ発振器1から出たレーザ・ビーム2aは凸レンズ3bを通過した後、一旦集光して再び並び、凸レンズ3bよりも焦点距離の長い凸レンズ4bによって、レーザ・ビーム2aよりも直径が大きく平行なレーザ・ビーム2dとなる。ここで注意しなければならないことは、レーザ・ビーム2dの断面強度分布が第1の実施例のように均一分布ではなく、依然としてガウス分布をしている点である。

もう一つの異なる点は、集光光学装置8aである。第7図は第2の実施例における集光光学装置8aの拡大図であり、6個の平凸レンズ11aで構成されており、ビームの強度分布は光線密度で表わされている。

次に、この集光光学装置8aの機能を第7図を参照しながら説明する。まず、集光光学装置8aに入射するレーザ・ビーム2eの断面強度分布は均一分布ではなく、ガウス分布となっている。そのため、集光光学装置8a内の6個の平凸レンズ11aの形状は、レーザ・ビーム2eのビーム強度分布に合わせて変えている。つまり、具体的には、各々の平凸レンズ11aに入射するレーザ・ビーム2eのエネルギー量が等しくなるように、その平凸レンズ11aの大きさ(断面積)を変えている。ガウス分布は中央部で強度が強く、周辺へ遠ざかるに従って弱くなるため、集光光学装置8a内の平凸レンズ11aの大きさは、中央部では小さく、逆に、周辺部では大きくなる。さらに、第7図の1点鎖線で示すように、各々の平凸レンズ11aの光軸と加工点12とを合わせているため、レーザ・ビーム2eは各々の平凸レンズ11aにより各々の加工点12に集光される。

従って、各加工点12でのレーザ・エネルギー密度は等しくなり、中央部でも周辺部でも均一に加工することができる。つまり、本実施例においても第1の実施例と同様の効果が得られる。

第8図は本発明の第2の発明と同様の効果を狙ったレーザ加工装置(参考例)の構成図である。同図において、第1図と同一物には同一番号を付し説明を省略する。同図において、第1図の構成と異なる点は2つあり、その一つは、非球面レンズ3,4を使用しないで、平面の凸レンズ3b,4bを使用している点である。

もう一つの異なる点は、反射ミラー7と集光光学装置8との間に、レーザ・ビーム2eのエネルギーを等しく分割するビーム分割装置13が配置されている点である。第9図は6個のプリズム14で構成されているビーム分割装置13と、6個の平凸レンズ11で構成されている集光光学装置8の拡大図である。同図において、斜線部分は、レーザ・ビーム2eの通過する領域を示している。

次に、このビーム分割装置13の機能を第9図を参照しながら説明する。まず、ビーム分割装置13に入射するレーザ・ビーム2eの断面強度分布はガウス分布となっている。そのため、ビーム分割装置13内の6個の各々のプリズム14の形状は、レーザ・ビーム2eのビーム強度分布に合わせて変えている。つまり、具体的には、各々のプリズム14に入射するレーザ・ビーム2eのエネルギー量が等しくなるように、そのプリズム14の大きさ(断面積)を変

えている。また、各々のプリズム14はレーザ・ビーム2eの光軸に対して傾けて配置されているため、レーザ・ビーム2eはプリズム14に入射する時外側へ屈折し、逆に、プリズム14から出射する時内側へ屈折する。さらに、各々のプリズム14を通過したレーザ・ビーム2fが、集光光学装置8内の各々の平凸レンズ11に入射するよう、各々のプリズム14の長さを変えている。

従って、各々の平凸レンズ11に入射するレーザ・エネルギー量は等しくなり、各加工点12でのレーザ・エネルギー密度も等しくなる。

発明の効果

本発明の第1の発明及び第2の発明に対して、集光光学装置内の各々の集光レンズに入射するレーザ・ビームのエネルギー量が等しく、集光レンズの光軸に対して垂直にレーザ・ビームが入射するため、集光レンズで集光された各加工点でのレーザ・エネルギー密度は等しくなる。そのため、加工領域の中央部でも周辺部でも均一に加工することができる。さらに、レーザ・ビームのエネルギーの大部分を有効に加工に利用できるため、加工可能領域を広げることができる。

【図面の簡単な説明】

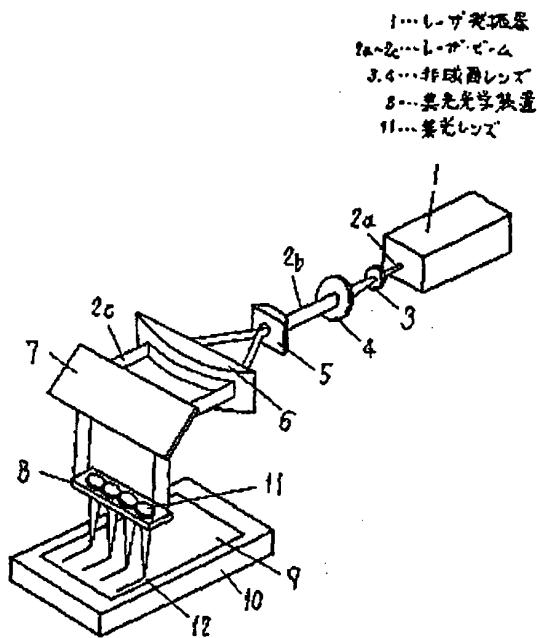
第1図は本発明の第1の発明の一実施例におけるレーザ加工装置の構成図、第2図は第1図のレーザ加工装置における非球面レンズ光学系の拡大図、第3図は非球面レンズ光学系通過前後におけるレーザ・ビームの断面強度分布図、第4図はレーザ・ビーム強度の加工条件幅と加工可能領域との関係を表わした図、第5図は本発明の第1の発明と同様の効果を狙ったレーザ加工装置(参考例)の構成図、第6図は本発明の第2の発明の一実施例におけるレーザ加工装置の構成図、第7図は第6図のレーザ加工装置における集光光学装置の拡大図、第8図は本発明の第2の発明と同様の効果を狙ったレーザ加工装置(参考例)の構成図、第9図は第8図のレーザ加工装置におけるビーム分割装置と集光光学装置の拡大図、第10図は従来のレーザ加工装置のうちX-Yテーブル型の構成図、第11図は従来のレーザ加工装置のうちガルバノ・メータ型ビーム走査装置の構成図、第12図は従来の多点同時加工可能なレーザ加工装置の構成図、第13図は従来のレーザ加工装置におけるレーザ・ビームの断面強度分布及びレーザ・ビーム強度の加工条件幅と加工可能領域との関係を表した図である。

1……レーザ発振器、2,2a~2e……レーザ・ビーム、3,4……非球面レンズ、11,11a,11b……集光レンズ、8,8a……集光光学装置、3a,4a……非球面ミラー、13……ビーム分割装置。

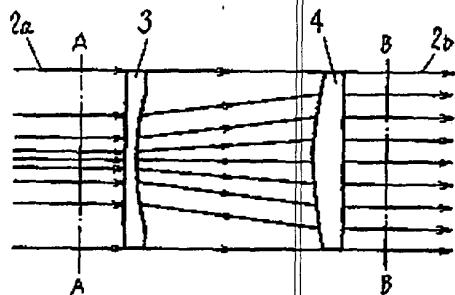
30

40

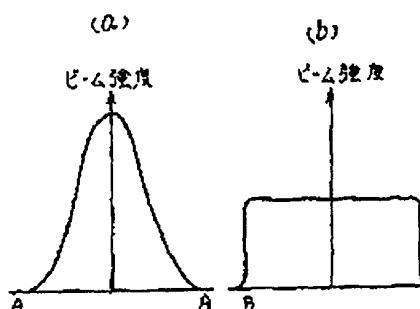
【第1図】



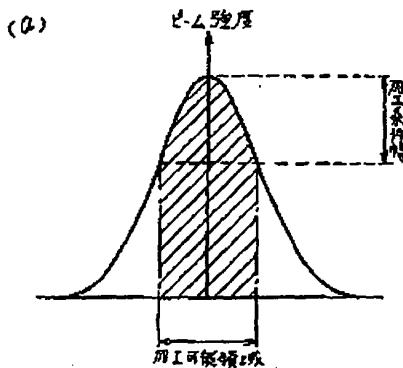
【第2図】



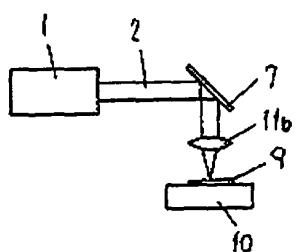
【第3図】



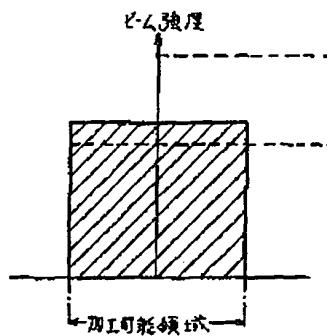
【第4図】



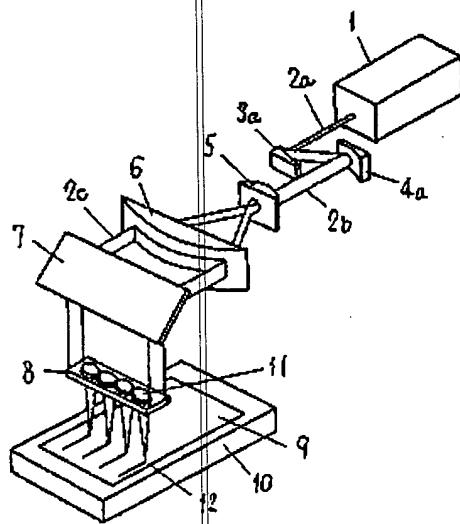
【第10図】



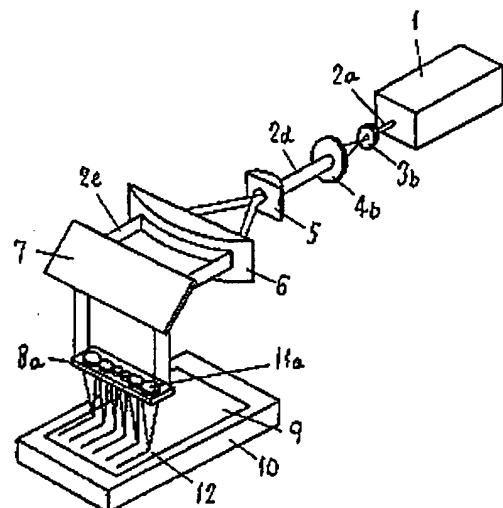
(b)



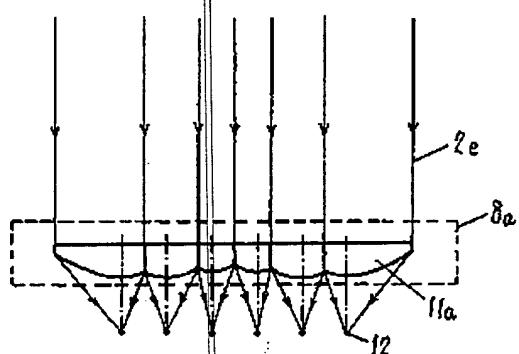
【第5図】



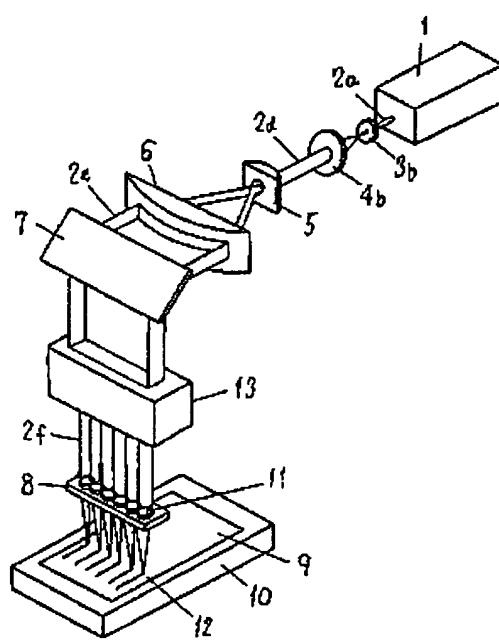
【第6図】



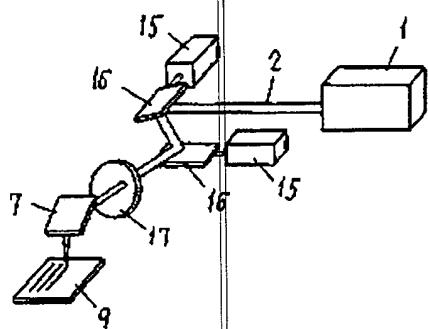
【第7図】



【第8図】

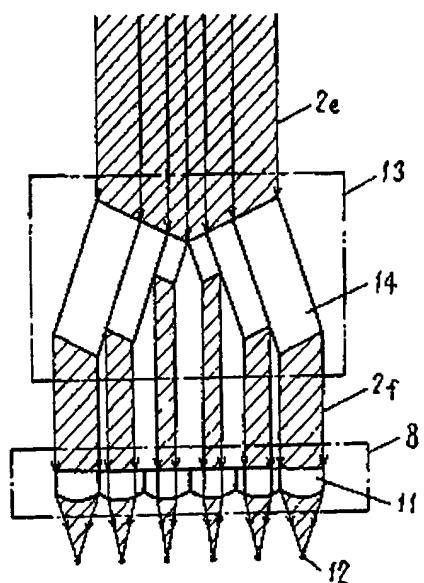


【第11図】

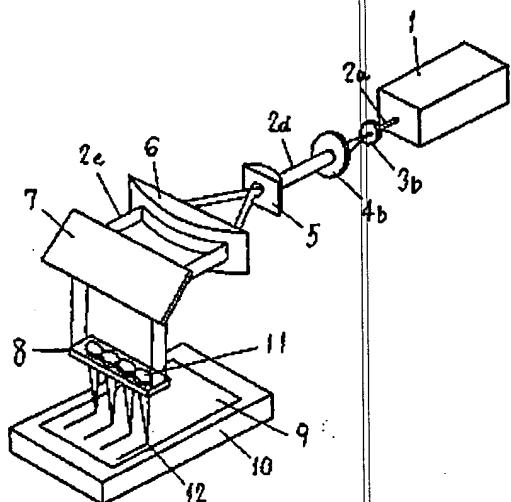


(7)

【第9図】

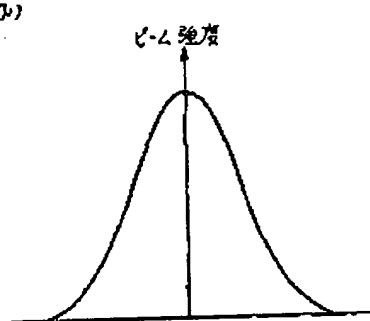


【第12図】

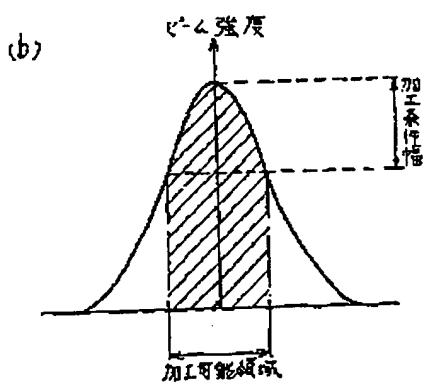


【第13図】

(a)

 γ -線強度

(b)

 γ -線強度

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 昭63-108318 (J P, A)
特開 昭60-191689 (J P, A)
実開 昭62-105780 (J P, U)
実開 昭56-50583 (J P, U)